

T S6/7/ALL FROM 347

6/7/1 (Item 1 from file: 347)

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO &amp; JAPIO. All rts. reserv.

04074145 \*\*Image available\*\*  
ENGINE CONTROL METHOD AND SYSTEM

PUB. NO.: 05-065845 [JP 5065845 A]

PUBLISHED: March 19, 1993 (19930319)

INVENTOR(s): TAKAHASHI SHINSUKE

SEKOZAWA TERUJI

SHIOTANI MAKOTO

APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.: 04-048240 [JP 9248240]

FILED: March 05, 1992 (19920305)

## ABSTRACT

PURPOSE: To control generated torque and an air-fuel ratio simultaneously with high accuracy in an automobile.

CONSTITUTION: A target air quantity which is a cylinder flow-in air quantity which realizes target torque is calculated in the target air quantity setting part 11. A condition of air-flow inside an intake pipe is estimated by the condition estimation part 12, and the result is outputted to a fuel injection control system 13 and a throttle control system 14. A fuel injection pulse width which realizes a target air-fuel ratio based on the estimated cylinder flow-in air quantity is determined. A throttle opening which realizes the target air quantity based on the condition estimation result is determined by the throttle control system. Consequently, the throttle opening which achieves the target air quantity is determined with high accuracy. Generated torque of an engine can be maintained at the target value with high accuracy.

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-65845

(43) 公開日 平成5年(1993)3月19日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 43/00	3 0 1 K	8109-3G		
41/04	3 0 5 Z	9039-3G		
	3 3 0 P	9039-3G		
41/18	Z	9039-3G		
41/34	N	9039-3G		

審査請求 未請求 請求項の数24(全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平4-48240

(22) 出願日 平成4年(1992)3月5日

(31) 優先権主張番号 特願平3-39838

(32) 優先日 平3(1991)3月6日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 ▲高▼橋 信補

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 瀬古沢 照治

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 塩谷 真

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

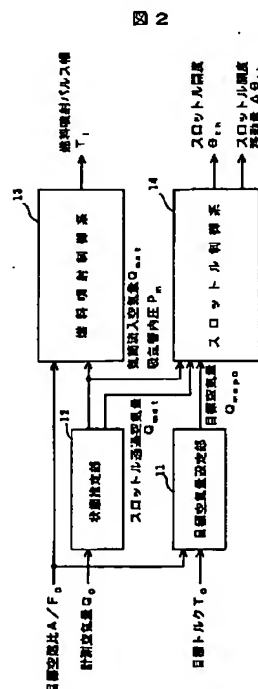
(54) 【発明の名称】 エンジン制御方法及びシステム

(57) 【要約】

【目的】自動車エンジンにおいて発生トルクと空燃比を高精度に同時制御する。

【構成】図2に、トルク空燃比同時制御方式の構成を示す。目標空気量設定部11では、目標トルクを実現する気筒流入空気量である目標空気量を算出する。状態推定部12では、吸気管内の空気の流れの状態を推定し、その結果を燃料噴射制御系14とスロットル制御系13に出力する。燃料噴射制御系では、推定気筒流入空気量に基づいて目標空燃比を実現する燃料噴射パルス幅を決定する。スロットル制御系では、状態推定結果に基づいて目標空気量を実現するスロットル開度を決定する。

【効果】本発明においては、目標空気量を達成するスロットル開度を高精度に決定できる。従って、エンジン発生トルクを高精度に目標値に保持することが可能になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】空気量にかかるエンジンの運転状態を検出するステップと、少くも吸気管内圧に係る吸気管内の空気の流れの状態を推定するステップと、上記検出した検出値および上記推定値に基づいて目標トルクを実現するスロットル開度を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項2】吸気管内圧に係るエンジンの運転状態を検出するステップと、スロットル通過空気量及び気筒流入空気量に係る吸気管内の空気の流れの状態を推定するステップと、上記検出した検出値および上記推定値に基づいて目標トルクを実現するスロットル開度を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項3】空気量にかかるエンジンの運転状態を検出するステップと、目標トルクから目標気筒流入空気量を算出するステップと、上記検出ステップにより検出した検出値と、上記算出した目標気筒流入空気量から上記目標トルクを実現するスロットル開度を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項4】請求項1において、上記吸気管内の空気の流れの状態として、さらにスロットル通過空気量および気筒流入空気量を算出するエンジン制御方法。

【請求項5】請求項3において、さらに上記空気量に係るエンジン運転状態の検出値からスロットル通過空気量、吸気管内圧、気筒流入空気量を推定するステップと、上記スロットル開度を算出するステップとして上記推定値と上記算出した目標気筒流入空気量から目標トルクを実現するスロットル開度を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項6】請求項1においてさらに、エンジンのトルクを検出するステップと、上記算出したスロットル開度に、上記検出したトルク検出値とトルク目標値の偏差から計算される補正係数を乗じて実行スロットル開度を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項7】請求項3において、さらに、エンジンのトルクを検出するステップと、上記算出したスロットル開度に、上記検出したトルク検出値とトルク目標値の偏差から計算される補正係数を乗じて実行スロットル開度を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項8】請求項1において、さらに、上記吸気管内の燃料輸送特性を表すダイナミックモデルに基づいて目標空燃比を実現する燃料噴射量を決定するステップからなるエンジン制御方法。

【請求項9】請求項2において、さらに、上記吸気管内の燃料輸送特性を表すダイナミックモデルに基づいて目標空燃比を実現する燃料噴射量を決定するステップからなるエンジン制御方法。

【請求項10】請求項3において、さらに、上記吸気管内の燃料輸送特性を表すダイナミックモデルに基づいて目標空燃比を実現する燃料噴射量を決定するステップか

らなる。

【請求項11】請求項3において、さらに、気筒流入空気量を含むエンジン運転状態とエンジン発生トルクの対応関係を予め実験で求めておくステップと、その関係式を利用して目標トルクから目標気筒流入空気量を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項12】吸気管内圧にかかるエンジンの運転状態を検出するステップと、目標トルクから目標気筒流入空気量を算出するステップと、上記検出ステップにより検出した検出値と、上記目標気筒流入空気量から上記目標トルクを実現するスロットル開度を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項13】請求項12において、さらに、上記吸気管内圧に係るエンジン運転状態の検出値からスロットル通過空気量、気筒流入空気量を推定するステップと、上記スロットル開度を算出するステップとして上記検出値推定値と上記算出した目標気筒流入空気量から目標トルクを実現するスロットル開度を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項14】請求項12において、さらに、エンジンのトルクを検出するステップと、上記算出したスロットル開度に、上記検出したトルク検出値とトルク目標値の開度から計算される補正係数を乗じて実行スロットル開度を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項15】請求項12において、さらに、上記吸気管内の燃料輸送特性を表すダイナミックモデルに基づいて目標空燃比を実現する燃料噴射量を決定するステップからなるエンジン制御方法。

【請求項16】請求項12において、さらに、上記気筒流入空気量を含むエンジン運転状態とエンジン発生トルクの対応関係を予め実験で求めておくステップと、関係式を利用して目標トルクから目標気筒流入空気量を算出するステップとからなるエンジン制御方法。

【請求項17】請求項3において、上記スロットル開度を算出するステップは、吸気管内の空気の輸送特性を表すダイナミックモデルを現時刻のエンジン遅延状態の近傍で線形化したものを用いて算出するステップからなるエンジン制御方法。

【請求項18】請求項4において、上記スロットル開度を算出するステップは、上記吸気管内の空気の輸送特性を表すダイナミックモデルを現時刻のエンジン運転状態の近傍で線形化したものを用いて算出するステップからなるエンジン制御方法。

【請求項19】請求項5において、上記スロットル開度を算出するステップは、上記吸気管内の空気の輸送特性を表すダイナミックモデルを現時刻のエンジン運転状態の近傍で線形化したものを用いて算出するステップからなるエンジン制御方法。

【請求項20】請求項12において、上記スロットル開度を算出するステップは、上記吸気管内の空気の輸送特

3

性を表わすダイナミックモデルを現時刻のエンジン運転状態の近傍で線形化したものを用いて算出するステップからなるエンジン制御方法。

【請求項21】空気量にかかるエンジンの運転状態を検出する手段と、少なくとも吸気管内圧に係る吸気管内の空気の流れの状態を推定する手段と、上記検出した検出値および上記推定値に基づいて目標トルクを実現するスロットル開度を算出する手段とからなるエンジン制御システム。

【請求項22】吸気管内圧に係るエンジンの運転状態を検出する手段と、スロットル通過空気量及び気筒流入空気量に係る吸気管内の空気の流れの状態を推定する手段と、上記検出した検出値および上記推定値に基づいて目標トルクを実現するスロットル開度を算出する手段とからなるエンジン制御システム。

【請求項23】空気量にかかるエンジン運転状態を検出する手段と、目標トルクから目標気筒流入空気量を算出する手段と、上記検出ステップにより検出した検出値と、上記算出した目標気筒流入空気量から上記目標トルクを実現するスロットル開度を算出する手段とからなるエンジン制御システム。

【請求項24】吸気管内圧にかかるエンジンの運転状態を検出する手段と、目標トルクから目標気筒流入空気量を算出する手段と、上記検出ステップにより検出した検出値と、上記目標気筒流入空気量から上記目標トルクを実現するスロットル開度を算出する手段とからなるエンジン制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、自動車エンジンのトルクと空燃比がその目標値に一致するようにスロットルバルブと燃料噴射量を同時制御する方法およびシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】自動車エンジンのトルクと空燃比がその目標値に一致するようスロットルバルブと燃料噴射量を制御する従来技術として特開昭60-175742の方法が知られている。この方法では、適正トルク関数を用いて算出される目標トルクZと実際のトルクTの差分(Z-T)に基づいて予め用意したテーブルを検索してスロットル開度移動量 $\Delta\theta$ を算出している。あるいは、上記差分値に基づいてPID制御によりスロットル開度移動量 $\Delta\theta$ を算出している。さらに、算出開度移動量 $\Delta\theta$ だけスロットル開度を变化させるような駆動信号をスロットルバルブ駆動装置へ出力している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術においては、目標値を実際の値に一致させるのにいずれもPIDフィードバック制御を用いていることになる。PID制御を用いる場合、制御の応答性を上げようすると制御

4

量のオーバーシュートが生じ、また、オーバーシュートが生じないように系を安定化しようすると制御量の目標値への追従性が悪くなるという問題がある。いずれにしても制御量であるトルクをその目標値に高精度に制御することはできない。したがって、エンジン発生トルクを様々な運転領域で適正トルクに保持できないという問題がある。又、トルクセンサを用いるため、センサ分だけシステムがコスト高になるという問題も有る。

【0004】本発明の目的は、上記問題点を解消したエンジン制御方法、およびシステム、すなわち、トルクセンサを用いないでトルクをその目標値に高精度に制御可能なエンジン制御方法およびシステムを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は吸気管内の空気の流れの状態を高精度に推定予測可能な状態推定モデルを用いて、トルク発生的主要因素である気筒流入空気量が、目標トルクを実現するようなその要求値に一致するようにスロットルバルブをフィードフォワード制御することを特徴とする。

【0006】エンジンの運転状態を検出し、より具体的には空気量にかかる少くも吸気管内圧に係る吸気管内の空気の流れの状態を推定し、上記検出した検出値および上記推定値に基づいて目標トルクを実現するスロットル開度を算出するものである。また、吸気管内圧に係るエンジンの運転状態を検出し、スロットル通過空気量及び気筒流入空気量に係る吸気管内の空気の流れの状態を推定し、上記検出した検出値および上記推定値に基づいて目標トルクを実現するスロットル開度を算出することを特徴とする。さらに空気量および吸気管内圧のうちの少くとも一方にかかるエンジンの運転状態を検出し、目標トルクおよび上記検出した検出値のうちの少くとも一方から目標気筒流入空気量を算出し、上記算出した目標気筒流入空気量を実現するスロットル開度を算出することを特徴とする。

【0007】

【作用】本願発明によれば吸気管内の空気の流れの状態を高精度に推定予測可能な状態推定モデルを用いているので気筒流入空気量を高精度に制御でき、またエンジン発生トルクをその目標値に高精度に保持できる。

【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に従って説明する。

【0009】図1に本発明をデジタル式制御ユニットで実現した時の制御システムの全体構成図を示す。制御ユニットには、CPU、ROM、RAM、タイマ、I/O LSI、及び、それらを電氣的に接続するバスを備えている。スロットル角センサ、空気量センサ、水温センサ、クランク角センサ、酸素センサからの検出情報がI/O LSIを介してRAMに取り込まれる。また、I/O L

5

SIからは、インジェクタへの燃料噴射弁駆動信号、及び、スロットルバルブ駆動装置への駆動信号が出力される。

【0010】まず、図2から図5に従って、ROMにそのプログラムが格納されるトルク、空燃比の同時制御方式の構成と動作について説明する。図2に示すように制御方式は、状態推定部、目標空気量設定部、燃料噴射制御部、スロットル制御部からなっている。目標空燃比、\*

$$Q_{map0} = \frac{N \cdot T_0}{K \cdot F_1(A/F) \cdot F_2(N) \cdot F_3(\Theta_{adv})} \quad \dots (数1)$$

【0013】ここに、 $T_0$  : トルク目標値

$N$  : エンジン回転数

$A/F_0$  : 目標空燃比

$\Theta_{adv}$  : 点火進角

$K$  : 定数

$F_1, F_2, F_3$  : 所定の関数

数1は、次のようにして導かれたものである。エンジン※

$$T = K \frac{Q_{map}}{N} \cdot F_1(A/F) \cdot F_2(N) \cdot F_3(\Theta_{adv}) \quad \dots (数2)$$

【0015】エンジン発生トルクに依存する上記4変数のうち関数 $F_i$  ( $i=1, 2, 3$ ) の引数以外の変数を固定して、引数の変数を変化させた時のエンジン発生トルクを計測すれば、その計測値 $S_i(x)$ から次の式によ★

$$F_i(x) = k_i \cdot S_i(x) \quad \dots (数3)$$

【0017】ここに、 $x$  : 空燃比、あるいは、回転数、あるいは、点火進角

$k_i$  : 定数

ここで、定数 $k_i$ は、数2と数3から計算されるトルクと実測トルクが、あるエンジン運転状態で一致するように定める。関数が決定された数2を気筒流入空気量について解くと数1が導出される。

6

\*目標トルク、計測空気量を主要入力信号として、燃料噴射パルス幅、スロットル開度、及び、スロットル開度移動量を出力する。

【0011】ブロック11では、次の式に基づいて気筒流入空気量の目標値 $Q_{map0}$ を算出する。

【0012】

【数1】

※発生トルク $T$ は、気筒に吸入される空気量 $Q_{map}/N$ 、空燃比 $A/F$ 、エンジン回転数 $N$ 、点火進角 $\Theta_{adv}$ に依存する。そこで、これらの変数からトルクを算出する式として次の式を仮定する。

【0014】

【数2】

★関数 $F_i$ を決定できる。

【0016】

【数3】

30

【0018】次に、図3に基づいて、図2の状態推定処理の構成と動作について説明する。ブロック31では、空気量センサの応答遅れ補償処理が空気量計測値 $Q_a$ に施される。すなわち、計測空気量 $Q_a$ から次式に基づいてスロットル通過空気量 $Q_{a1}$ が算出、更新される。

【0019】

【数4】

$$\begin{aligned}
 Q_{mat}(i) = & \frac{\frac{2T_1 \cdot T_2}{\Delta t^2} - 1}{\frac{T_1 \cdot T_2}{\Delta t^2} + \frac{T_1 + T_2}{2\Delta t}} \cdot Q_{mat}(i-1) \\
 & - \frac{\frac{T_1 \cdot T_2}{\Delta t^2} - \frac{T_1 + T_2}{2\Delta t}}{\frac{T_1 \cdot T_2}{\Delta t^2} + \frac{T_1 + T_2}{2\Delta t}} \cdot Q_{mat}(i-2) \\
 & + \frac{\frac{T_3}{2\Delta t}}{\frac{T_1 \cdot T_2}{\Delta t^2} + \frac{T_1 + T_2}{2\Delta t}} \cdot Q_a(i) \\
 & - \frac{\frac{T_3}{2\Delta t}}{\frac{T_1 \cdot T_2}{\Delta t^2} + \frac{T_1 + T_2}{2\Delta t}} \cdot Q_a(i-2) \\
 & + \frac{1}{\frac{T_1 \cdot T_2}{\Delta t^2} + \frac{T_1 + T_2}{2\Delta t}} \quad \dots (数4)
 \end{aligned}$$

【0020】ここに、 $Q_a$ ：計測空気量

$Q_{mat}$ ：スロットル通過空気量

$T_1, T_2, T_3$ ：正の定数

数4は、スロットル通過空気量が計測空気量に対して数\*

\*5に示す2次遅れの関係にあると仮定した解き導かれる  
30 関係式である。

【0021】

【数5】

$$\frac{Q_{mat}(S)}{Q_a(S)} = \frac{1 + ST_3}{(1 + ST_1)(1 + ST_2)} \quad \dots (数5)$$

【0022】ブロック32では、次の式に基づいてプロ

ック31で計算されたスロットル通過空気量 $Q_{mat}$ 、3

3のテーブルを検索して算出される気筒流入空気量 $Q_{mat}$

※ $Q_{mat}$ から吸気管内圧 $P_m$ を算出する。

【0023】

【数6】

$$P_m(i+1) = P_m(i) + \frac{R \cdot T_m}{V_m} \cdot \Delta t \cdot (Q_{mat} - Q_{map}) \quad \dots (数6)$$

【0024】ここに、 $Q_{mat}$ ：スロットル通過空気量

$Q_{map}$ ：気筒流入空気量

$P_m$ ：吸気管内圧

$T_m$ ：吸気管内気体温度（約330Kに設定）

$V_m$ ：吸気管容積

$R$ ：気体定数

$\Delta t$ ：吸気管内圧更新周期

$i$ ：時間（1時刻は $\Delta t$ に相当）

ブロック33では、エンジン定常運転時の吸入空気量が

データとして格納されている吸気管内圧とエンジン回転数の2次元テーブルを検索することにより気筒流入空気量 $Q_{map}$ を算出する。時々刻々のスロットル通過空気量、吸気管内圧、気筒流入空気量の応答はブロック31、32、33の順に各ブロックの処理を繰り返すことにより求められる。

【0025】次に、図4に基づいて燃料噴射制御系の構成と動作について説明する。ブロック41では、数7、数8に基づいて噴射燃料の吸気管壁面への付着率 $X$ 、付

着燃料の蒸発率 ( $1/\tau$ ) を算出する。  
【0026】

$$X = F(P_m, N, T_w)$$

【0027】ここに、 $P_m$  : 吸気管内圧  
 $N$  : エンジン回転数  
 $T_w$  : 水温

$$\frac{1}{\tau} = G(P_m, N, T_w)$$

【0029】ここに、 $P_m$  : 吸気管内圧  
 $N$  : エンジン回転数  
 $T_w$  : 水温  
 $G$  : 関数  
関数  $F$ ,  $G$  は所定の実験により算出されるものである。  
関数の決定には例えば、自動車技術学会学術講演会前刷★

$$M_f(i+1) = \left(1 - \frac{\Delta t}{\tau}\right) \cdot M_f(i) + X \cdot \Delta t \cdot G_{to} \quad \dots (数9)$$

【0032】ここに、 $M_f$  : 液膜量  
 $G_{to}$  : 燃料噴射量の実行値  
 $X$  : 付着率  
 $1/\tau$  : 蒸発率  
 $\Delta t$  : 液膜量の更新周期

$$G_f = \frac{\frac{Q_{map}}{A/F} - \frac{1}{\tau} \cdot M_f}{1 - X}$$

【0034】ここに、 $Q_{map}$  : 気筒流入空気量  
 $A/F_0$  : 目標空燃比  
 $M_f$  : 液膜量  
 $X$  : 付着率  
 $1/\tau$  : 蒸発率

$$T_i = k \cdot \frac{\gamma \cdot G_f}{N} \cdot T_s$$

【0036】ここに、 $G_f$  : 燃料噴射量  
 $N$  : エンジン回転数  
 $\gamma$  : フィードバック補正係数  
 $T_s$  : 無効噴射時間  
次に、本発明の特徴であるスロットル制御系の構成と動作を図5に基づいて説明する。

$$Q_{mat} = k' \cdot f(\Theta_{th}, \Theta_m) \quad \dots (数12)$$

【0039】ここに、 $Q_{mat}$  : スロットル通過空気量  
 $\Theta_{th}$  : スロットル開度  
 $P_m$  : 吸気管  
 $k'$  : 所定の演算により修正される変数

$$\frac{dP_m}{dt} = k'' \cdot f(\Theta_{mat} - \Theta_{map}) \quad \dots (数13)$$

\* 【数7】

\*

... (数7)

※  $F$  : 関数

【0028】

※ 【数8】

... (数8)

10★集842049号記載の方法を用いることが出来る。

【0030】さらに、上記算出パラメータを用いて次の式により液膜量推定値  $M_f$  を更新する。

【0031】

【数9】

☆  $i$  : 時間 (1時刻は  $\Delta t$  に相当)

20 さらに、ブロック42では、ブロック41の算出値を用いて次の式により燃料噴射量  $G_f$  を算出する。

【0033】

☆ 【数10】

... (数10)

◆ブロック42では、次の式に基づいて燃料噴射パルス幅  $T_i$  が計算される。

30 【0035】

【数11】

◆

... (数11)

\* 【0037】この制御系では、目標空気量を実現するスロットル開度、スロットル開度移動量を決定する。このための基礎式として次の4式を用いる。

【0038】

【数12】

\*

... (数12)

$f$  : 所定の関数

【0040】

【数13】

【0041】ここに、 $Q_{a1}$  : スロットル通過空気量  
 $Q_{a2}$  : 気筒流入空気量  
 $P_m$  : 吸気管内圧  
 $t$  : 時間

\*  $k''$  : 定数  
 【0042】  
 【数14】

$$k'' = \frac{R \cdot T_m}{V_m} \quad \dots (数14)$$

【0043】  
 ここに、 $T_m$  : 吸気管内気体温度 (約330Kに設定)  
 $V_m$  : 吸気管容積

※  $R$  : 気体定数  
 【0044】  
 10 【数15】  
 ※

$$Q_{map} = g(N, P_m) \quad \dots (数15)$$

【0045】ここに、 $Q_{a1}$  : 気筒流入空気量  
 $N$  : エンジン回転数  
 $P_m$  : 吸気管内圧  
 $g$  : 所定の関数  
 数12において、関数  $f$  は、エンジン定常運転時の吸入空気量をスロットル開度と吸気管内圧に対応させて記憶させたテーブルに相当し、関数  $f$  の値は、そのテーブル検索により求められる。また、数13は、単位時間の圧力変化が、単位時間に吸気管内に蓄積される空気量に比★

★例することから導かれるものである。また、数15において、関数  $g$  は、エンジン定常運転時の吸入空気量をエンジン回転数と吸気管内圧に対応させて記憶させたテーブルに相当し、関数  $g$  の値は、そのテーブル検索により求められる。  
 【0046】数12をスロットル開度  $\Theta_{th}$ 、吸気管内圧  $P_m$  の近傍で全微分し、次の3式を得る。  
 【0047】  
 【数16】

$$\Delta Q_{map} = k' \cdot (k_1 \Delta \Theta_{th} + k_2 \Delta P_m) \quad \dots (数16)$$

【0048】 【数17】

$$k_1 = f_1(\Theta_{th}, P_m) = \frac{\partial f(\Theta_{th}, P_m)}{\partial \Theta_{th}} \quad \dots (数17)$$

【0049】 【数18】

$$k_2 = f_2(\Theta_{th}, P_m) = \frac{\partial f(\Theta_{th}, P_m)}{\partial P_m} \quad \dots (数18)$$

【0050】ここで、 $f_1$ 、 $f_2$  はスロットル開度と吸気管内圧の2次元テーブルまた、数13を離散化し次の式を得る。

☆ 【0051】  
 【数19】

$$\frac{\Delta P_m}{\Delta t} = k'' \cdot \{Q_{mat} + Q_{mat} - (Q_{map} + \Delta Q_{map})\} \quad \dots (数19)$$

【0052】ここに、 $\Delta Q_{a1}$ 、 $\Delta Q_{a2}$ 、 $\Delta P_m$  は、それぞれの変数の微小変位である。

◆内圧  $P_m$  の近傍で全微分し、次の2式を得る。  
 40 【0054】

【0053】次に、数15をエンジン回転数  $N$ 、吸気管◆

【数20】

$$\Delta \Theta_{map} = k_3 \cdot \Delta P_m \quad \dots (数20)$$

【0055】 【数21】

$$k_3 = g_1(P_m, N) = \frac{\partial g(N, P_m)}{\partial P_m} \quad \dots (数21)$$

【0056】ここで  $g_1$  は吸気管内圧と回転数の2次元テーブルに相当する。

$P_m$  を消去し、 $\Delta \Theta_{th}$  と  $\Delta Q_{a1}$  の関係式を導くと次のようになる。

【0057】数16、数19、数20より  $\Delta Q_{a1}$ 、 $\Delta$  50 【0058】



【数22】

$$\Delta \Theta_{th} = \frac{1}{k' \cdot k'' \cdot k_1} \cdot \left\{ \frac{1}{k_3 \cdot \Delta t} + k'' \cdot \left( 1 - \frac{k' \cdot k_2}{k^3} \right) \right\} \cdot \Delta Q_{map} - \frac{1}{k' \cdot k_1} \cdot (Q_{mat} - Q_{map}) \quad \dots(\text{数22})$$

【0059】数22を用いると気筒流入空気量を $Q_{mat}$ から $\Delta Q_{map}$ だけ変化させるようなスロットル開度移動量 $\Delta \Theta_{th}$ を求めることができる。目標トルクを実現する目標気筒流入空気量が $Q_{mat}$ のとき、この空気量を実現するスロットル開度移動量 $\Delta \Theta_{th}$ は、 $\Delta Q_{map}$ を次の式\*

$$\Delta Q_{map} = Q_{map0} - \Delta Q_{map}$$

…(数23)

【0061】以上のスロットル制御系の構成を図5に示す。ブロック51では、上記各種パラメータが算出される。ブロック52では、算出パラメータからスロットル開度移動量 $\Delta \Theta_{th}$ が算出される。さらに、1時刻前のスロットル開度 $\Theta_{th}(i-1)$ にスロットル開度移動量 $\Delta \Theta_{th}$ が加算され現時刻のスロットル開度 $\Theta_{th}(i)$ が算出される。以上で、スロットル制御系の構成と動作の説明を終わる。

【0062】次に、図2の空燃比トルク同時制御方式を図1のROMにプログラム化する場合、そのプログラムの動作について説明する。プログラムのフローチャートを図6から図10に示す。図6がメインプログラムであり、図7から図9はメインプログラム中で呼びだされるサブルーチンである。また、図10は、メインプログラム中のある変数を算出する副プログラムである。図6、図10のプログラムは、所定の周期で実行されるようになっている。まず、図6から図9に従ってメインプログラムの動作について説明する。

【0063】図6のステップ601では、目標トルク $T$ から数1に基づいて目標空気量 $Q_{mat}$ を算出する。つぎに、ステップ602では、図7のサブルーチンを出し吸気管内の空気の流れの状態を推定する。図7のステップ701では、数4に基づいてスロットル通過空気量 $Q_{air}$ を算出する。次に、ステップ702では、数6に※

$$\Theta_{th}(i) = \Theta_{th}(i-1) + \Delta \Theta_{th}$$

…(数24)

【0067】ここに、1:時刻(1時刻はこのプログラムの実行同期に相当)

最後に、ステップ904では、スロットル開度を $\Delta \Theta_{th}$ だけ移動するようなスロットル開度駆動信号をスロットル駆動装置に出力する。以上でメインプログラムの全ての処理は終了する。

【0068】次に、図10に基づいてブロック51の★

$$|\Theta_{th}(i) - \Theta_{th}(i-2)| < m_1$$

…(数25)

【0070】

50 【数26】

\*から算出し、これを、数22に代入することにより算出される。

【0060】

【数23】

※基づいて、吸気管内圧 $P_a$ を更新する。次に、ステップ703では、最新の吸気管内圧 $P_a$ とエンジン回転数 $N$ から定常空気量を格納したテーブルを検索して気筒流入空気量を算出する。以上でこのサブルーチンの処理が終了し、処理をメインプログラムに戻す。

【0064】図6のステップ602では、図8のサブルーチンを出し燃料噴射パルス幅の計算を行う。図8のステップ801では、数7、数8に基づいて付着率 $X$ 、蒸発率 $1/\tau$ を計算する。次に、ステップ802では、数9に基づいて液膜量 $M_f$ を更新する。次に、ステップ803では、数10に基づいて燃料噴射量 $G_f$ を計算する。最後に、ステップ804では、数11に基づいて燃料噴射パルス幅 $T_f$ を算出する。以上で、このサブルーチンの処理を終了し、処理をメインプログラムに戻す。

【0065】図6のステップ603では、図9のサブルーチンを出しスロットル開度移動量、及び、スロットル開度を算出する。図9のステップ901では、図5のブロック51の $k'$ を除くパラメータを算出する。次に、ステップ902では、数22、数23に基づいてスロットル開度移動量 $\Delta \Theta_{th}$ を算出する。次に、ステップ903では、数24に基づいて現時刻のスロットル開度 $\Theta_{th}(i)$ を算出する。

【0066】

【数24】

★ラメータ $k'$ を算出するプログラムの動作について説明する。まず、ステップ101では、次の式が満足されたかどうかでエンジンが定常運転状態にあるかどうかをチェックする。

【0069】

【数25】

$$| \Theta_{th}(i-2) - \Theta_{th}(i-4) | < m_1 \quad \dots(\text{数}26)$$

$$[0071] \quad | M_f(i) - M_f(i-2) | < n_1 \quad \dots(\text{数}27)$$

$$[0072] \quad | M_f(i-2) - M_f(i-4) | < n_1 \quad \dots(\text{数}28)$$

【0073】ここに、 $\Theta_{th}$ ：現時刻のスロットル開度  
 $M_f$ ：現時刻の液膜量  
 $i$ ：現時刻の時刻（1時刻は10msec）  
 定常運転状態にあると判定されたら次の処理に移る。  
 そうでなければ、処理を終了する。次のステップ102\*

\*では、次の式によりパラメータ $k'$ を算出する。以上で  
 10 処理は終了する。

$$k' = \frac{Q_a}{f(\Theta_{th}, P_m)} \quad \dots(\text{数}29)$$

【0075】ここに、 $\Theta_{th}$ ：スロットル開度  
 $P_a$ ：吸気管内圧  
 $Q_a$ ：計測空気量  
 以上で、図2の空燃比トルク制御系をデジタル式制御  
 ユニットで実現する時の制御系の構成と制御プログラ  
 ムの動作の説明を終わる。

※高精度化することが可能になる。この時、制御プロ  
 グラム中のスロットル開度を計算するサブルーチンのプロ  
 グラムが異なってくる。そのプログラムを図11に示す。  
 ステップ1101、1102の処理は、ステップ90  
 1、902の処理に等しい。ステップ1103では、次  
 の式に基づいてスロットル開度 $\Theta_{th}(i)$ を計算する。

【0076】以上の実施例では、トルクセンサを用いな  
 いでエンジン発生トルクを高精度に制御する方法を述べ  
 たが、トルクセンサを用いることにより、さらに制御を※

$$\Theta_{th}(i) = m(i) \cdot \{ \Theta_{th}(i-1) + \Delta \Theta_{th} \} \quad \dots(\text{数}30)$$

【0078】ここに、 $m(i)$ ：トルクセンサ出力に基づ  
 いて計算される補正係数  
 $i$ ：時刻  
 補正係数 $m(i)$ は、実際のトルクが目標値からずれてい  
 た場合にトルクが目標値に一致するようにスロットル開  
 度を補正するためのもので、これによりトルクのより高  
 精度な制御が可能になる。この補正係数は、別のプログ★

★ラムで計算されるようになっている。

【0079】次に、ステップ1104では、次の式に基  
 30 づいてスロットル開度移動量の実行値 $\Delta \Theta_{th}'$ を算出  
 する。

$$\Delta \Theta_{th}' = \Theta_{th}(i) - \Delta \Theta_{th}(i-1) \quad \dots(\text{数}31)$$

【0081】最後に、ステップ1105では、上記算出  
 値 $\Delta \Theta_{th}'$ だけスロットルを駆動するような駆動信号を  
 スロットル駆動装置に出力する。以上で、このサブ  
 ルーチンの処理は終了する。

☆計算するプログラムの動作を説明する。

【0083】まず、ステップ1201では、次の式によ  
 りトルクの偏差 $e(i)$ を計算する。

$$[0082] \quad e(i) = T(i) - T_0(i) \quad \dots(\text{数}32)$$

【0084】

【数32】

【0085】ここに、 $T$ ：検出トルク  
 $T_0$ ：トルク目標値  
 $i$ ：時刻（1時刻は、このプログラムの実行周期に相  
 当する）  
 つぎに、ステップ1202では、次の式により補正係数

変化量 $\Delta m(i)$ を算出する。これは、PID制御により  
 補正係数を算出することを意味する。

【0086】

【数33】

$$\Delta M(i) = K_p \{ (i) - e(i-1) \} + K_i \cdot \frac{(i-1) + e(i)}{2} + K_D \{ e(i) - 2e(i-1) + e(i-2) \} \quad \dots(\text{数}33)$$

【0087】ここに、 $K_p$ ：比例ゲイン

$K_i$ ：積分ゲイン

$K_D$ ：微分ゲイン

次に、ステップ1203では、次の式により補正係数 $m^*$

$$m(i) = m(i-1) + \Delta m(i)$$

【0089】以上で、トルクセンサを用いた場合の制御プログラムの変更部分の説明を終わる。

【0090】以上は、空気量を直接検出するLジェトロニックシステムにおけるトルク空燃比の同時制御方式を説明したものである。

【0091】次に、吸気管内圧計測値から間接的に空気量を検出するDジェトロニックシステムにおけるトルク空燃比同時制御方式について説明する。図13にそのシステムの制御系の全体構成図を示す。空気量センサのかわりに圧力センサと吸気温センサが設けられI/O L S Iを介してRAMにそれらの信号が取り込まれる。その他の構成は、Lジェトロニックシステムと同じである。

【0092】次に、図14に基づいてトルク空燃比同時※

$$Q_{m \cdot p} = k_a \cdot h(P_m, N)$$

…(数35)

【0094】ここに、 $h$ ：2次元テーブル

$k_a$ ：吸気温センサの出力等に基づいて算出される補正係数

以上で状態推定部の処理の説明を終わる。

【0095】次に、図16に基づいてスロットル制御系30の処理について説明する。スロットル開度移動量の計算★

$$\Delta Q_{m \cdot p} = k_a \cdot k_4 \cdot \Delta P_m$$

…(数36)

【0098】

【数37】

$$k_4 = h_1(P_m, N) = \frac{\partial h(P_m, N)}{\partial P_m} \quad \dots(\text{数}37)$$

【0099】数16、数19、数36より $\Delta Q_{m \cdot t}$ 、 $\Delta P_m$ を消去し、 $\Delta \Theta_{th}$ と $\Delta Q_{m \cdot p}$ の関係式を導くと次のようになる。

☆40

$$\Delta \Theta_{th} = \frac{1}{k' \cdot k'' \cdot k_j} \left\{ \frac{1}{k_a k_3 \Delta t} + k' \left( 1 - \frac{k' k_2}{k_a k_3} \right) \right\} \Delta Q_{m \cdot p}$$

$$- \frac{1}{k' \cdot k_1} (Q_{m \cdot t} - Q_{m \cdot p}) \quad \dots(\text{数}38)$$

【0101】図16のブロック51では、各種係数を演算し、その演算結果に基づいて数38からスロットル開度移動量を演算する。

【0102】以上で、図14の制御系全体構成図の説明

\* $(i)$ を算出し、処理は終了する。

【0088】

【数34】

…(数34)

※制御系の構成について説明する。目標空燃比、目標トルク、吸気管内圧を主要入力信号として燃料噴射パルスとスロットル開度、及び、スロットル開度移動量を算出する。Lジェトロニックシステムと異なるのは状態推定部とスロットル制御系の処理である。図15に状態推定部の具体的構成図を示す。ブロック151では、数12に基づいてスロットル開度と吸気管内圧の検出値からスロットル通過空気量を算出する。ブロック152では、次式に基づいて吸気管内圧と回転数の検出値から気筒流入空気量を算出する。

【0093】

【数35】

★式は次のようにして導かれる。

【0096】数35をエンジン回転数、吸気管内圧の近傍で全微分し次の式を得る。

【0097】

【数36】

☆【0100】

【数38】

を終わる。図14の構成の処理を実現するプログラムのフローチャートはLジェトロニックシステムのそれ(図6から図12)にほぼ等しい。異なるのは図7で吸気管内圧を推定する処理がない点である。処理の具体的内容

は、Lジェトロニックシステムの内容と同様である。

【0103】

【発明の効果】以上本発明によれば、吸気管内の空気の流れを表すモデルに基づいて気筒流入空気量がその目標値に一致するようなスロットル開度を高精度に決定できる。これによりエンジン発生トルクを高精度に目標値に保持することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用するエンジン制御システムの全体構成図。

【図2】Lジェトロニックシステムにおける空燃比トルク同時制御方式の構成図。

【図3】図2における状態推定部の構成図。

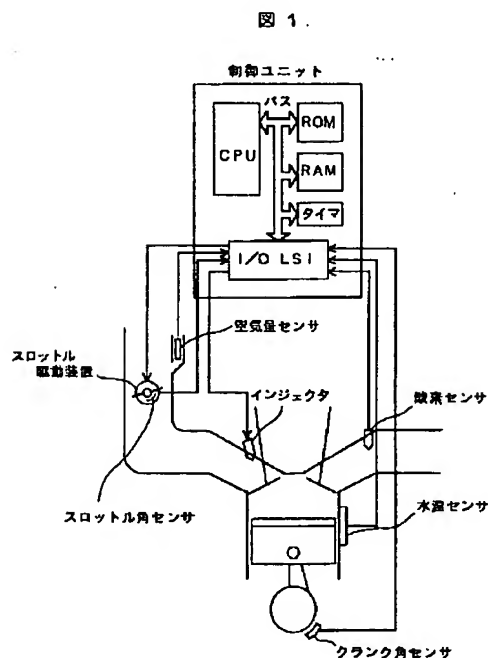
【図4】燃料噴射制御系の構成図。

【図5】図2におけるスロットル制御系の構成図。

【図6】空燃比トルク同時制御プログラムのフローチャート。

【図7】状態を推定するサブルーチンのフローチャー

【図1】



ト。

【図8】燃料噴射パルス幅を計算するサブルーチンのフローチャート。

【図9】スロットル開度を計算するサブルーチンのフローチャート。

【図10】パラメータを計算するサブルーチンのフローチャート。

【図11】トルクセンサを用いる場合のスロットル開度を計算するサブルーチンのフローチャート。

10 【図12】スロットル開度の補正係数を計算するサブルーチンのフローチャート。

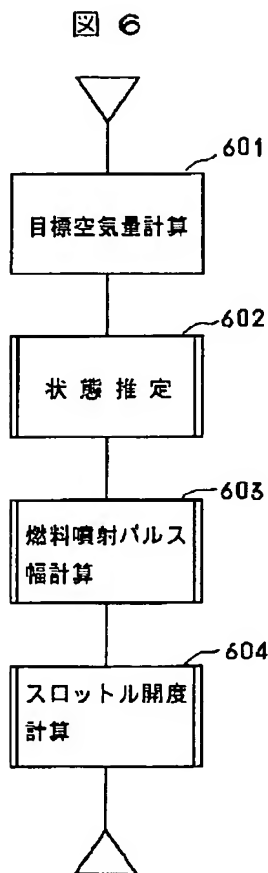
【図13】本発明を適用する他のエンジン制御システムの全体構成図。

【図14】Dジェトロニックシステムにおける空燃比トルク同時制御方式の構成図。

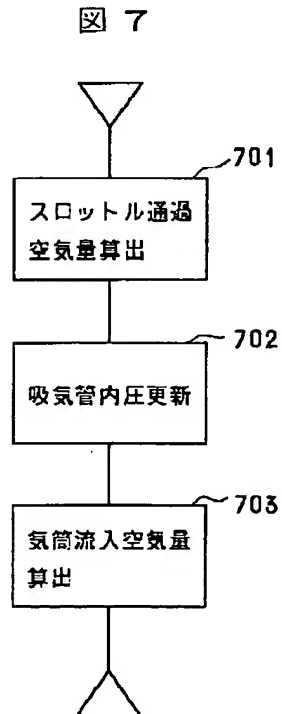
【図15】図14における状態推定部の構成図。

【図16】図14におけるスロットル制御系の構成図。

【図6】

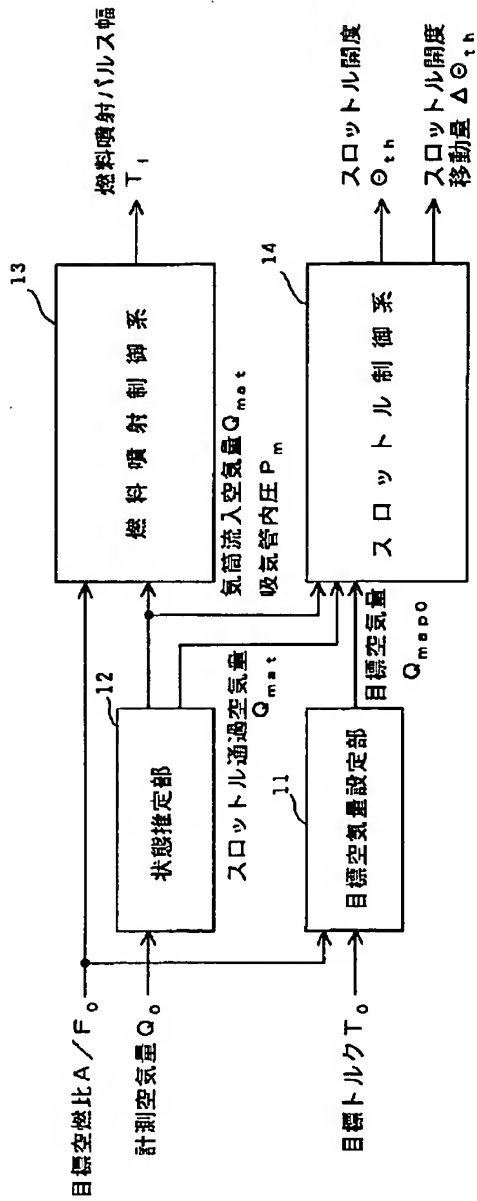


【図7】



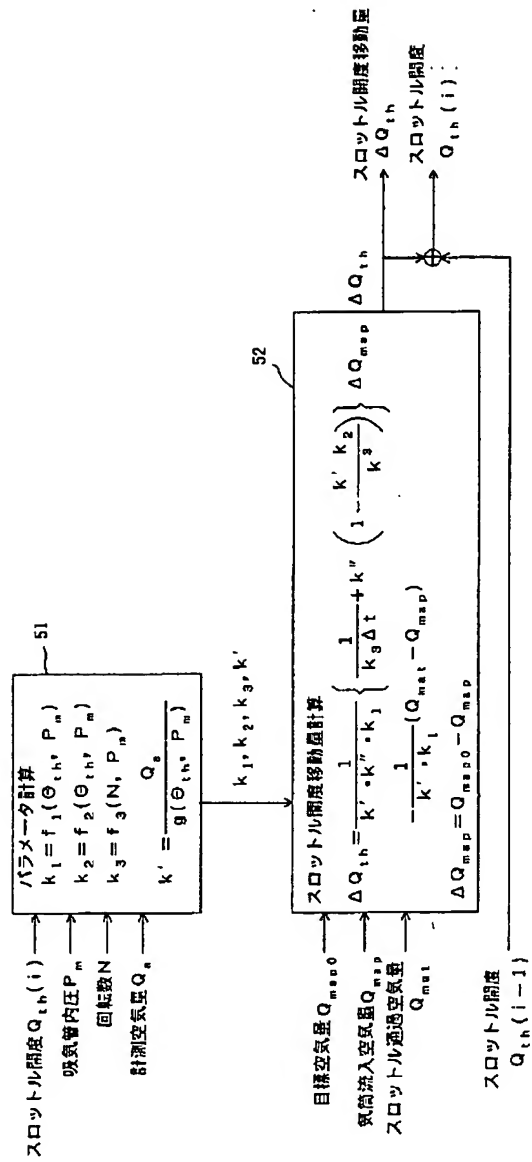
【図2】

図 2



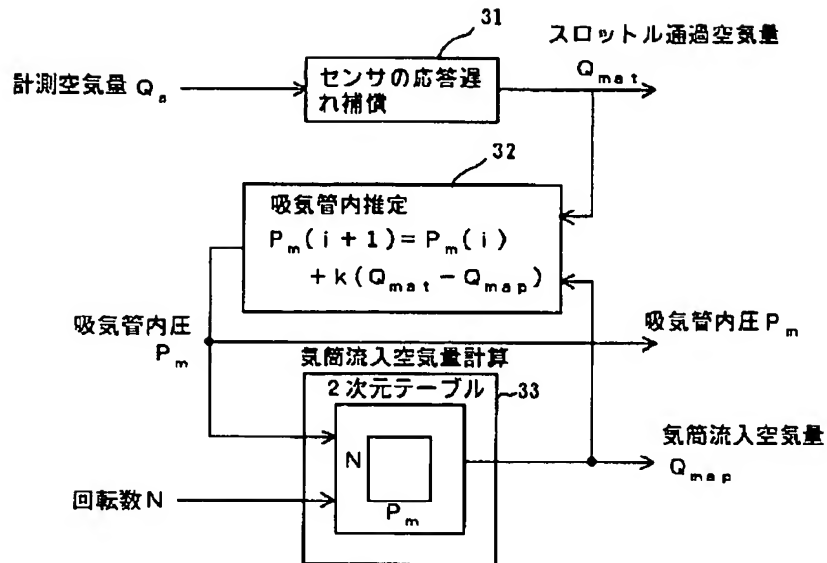
【図5】

図 5



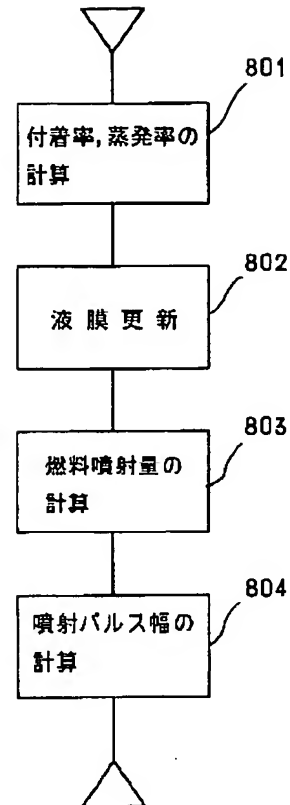
【図3】

図 3



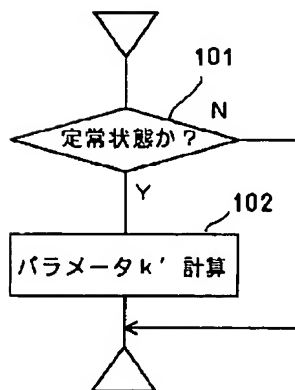
【図8】

図 8



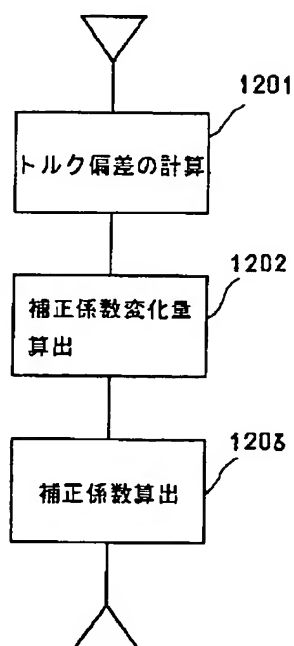
【図10】

図 10



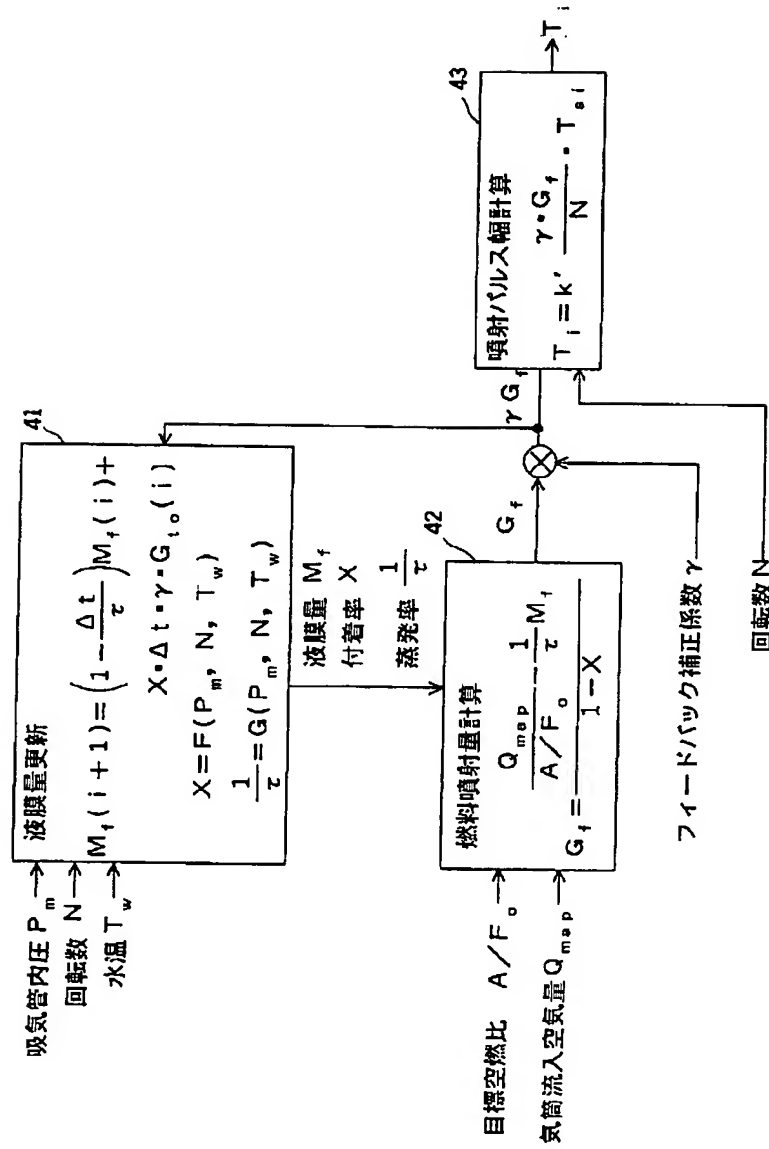
【図12】

図 12

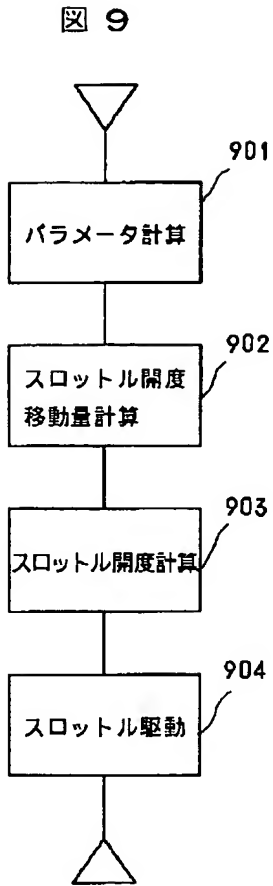


【図4】

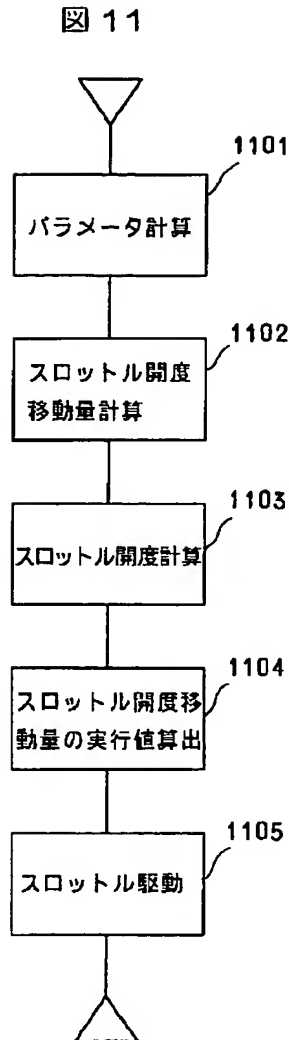
図 4



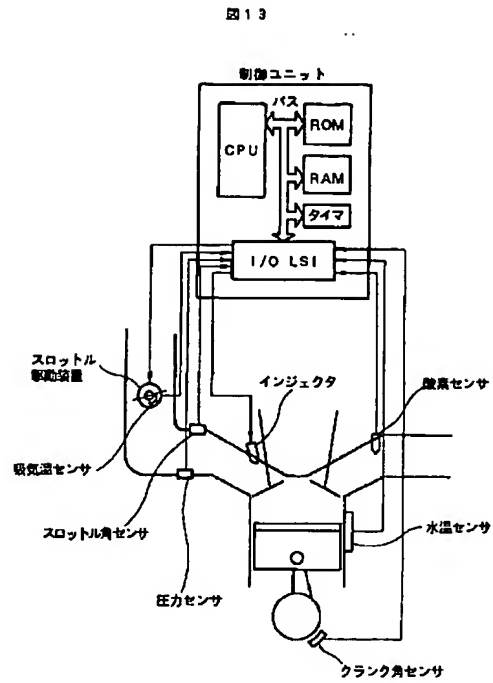
【図9】



【図11】



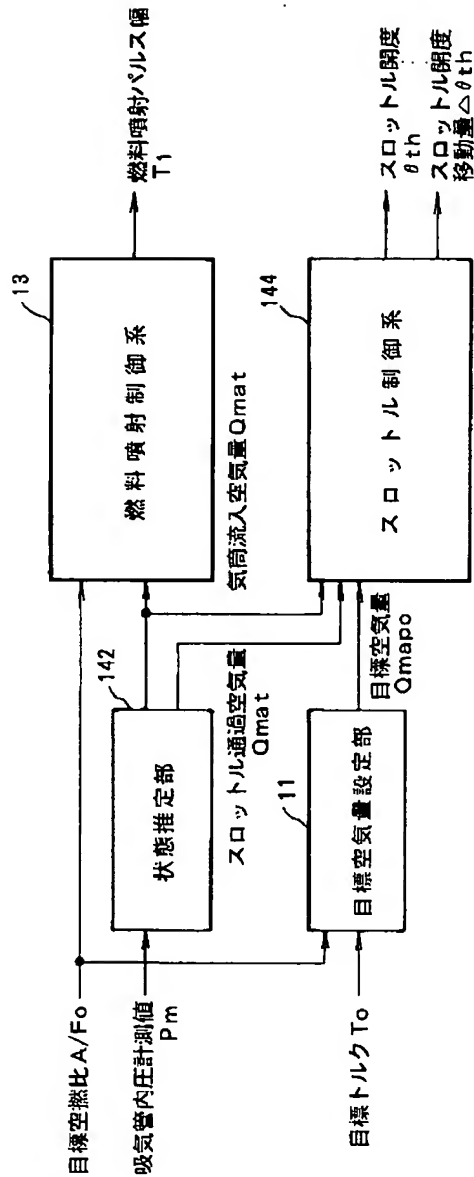
【図13】





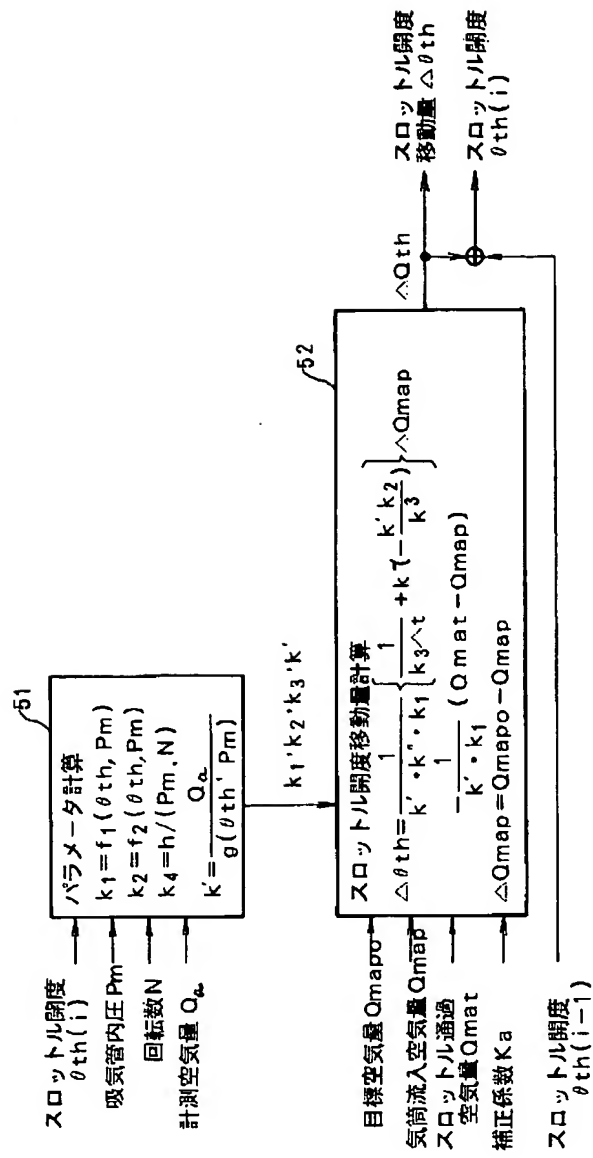
【図14】

図14



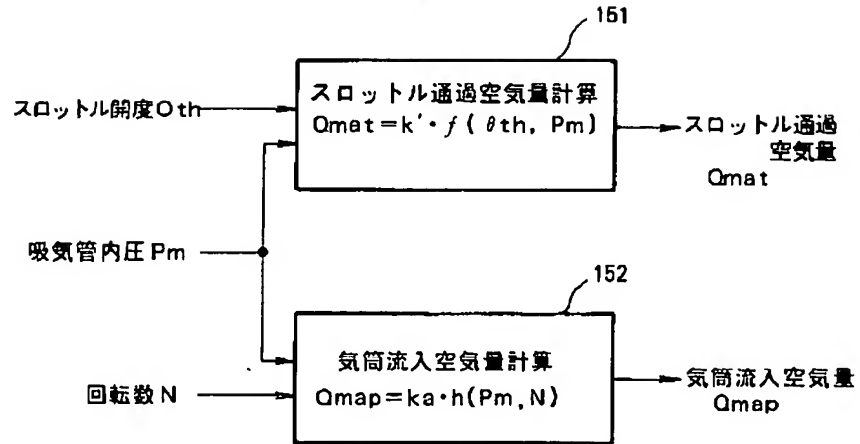
【図16】

図16



【図15】

図15



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 43/00	3 0 1 H	8109-3G		
45/00	3 3 0	8109-3G		
	3 6 6 Z	8109-3G		
	3 7 2 Z	8109-3G		